

APPLICATION DES RAYONS X A L'ÉTUDE DES STRUCTURES INTERNES DES ÉCHINIDES ACTUELS ET FOSSILES ET EN PARTICULIER, A TITRE D'EXEMPLE, A QUELQUES ESPÈCES DU GENRE SCUTELLA LAMARCK 1816.

par A. G. DUVAL.

Ce travail a été exécuté sous la direction de J. ROGER, qui a mis à ma disposition les ressources, les informations et l'outillage qu'il a réussi à installer dans son service. Je lui exprime ma gratitude pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée, me rendant ainsi la tâche si agréable et si aisée.

Les formations internes qui, chez les Oursins du groupe des Clypeastroïdes, se développent aux dépens des plaques du test et dont



FIG. 1. — (D. 385). *Scutella bonati* Tournouër. Aquitanien. Aubiac (Gironde). A : aire ambulacraire et sillon ambulacraire. I : aire interambulacraire. b : orifice buccal. c : cavité située du côté apical et masquée en partie (ces cavités de position interradiale correspondent à l'emplacement d'organes internes). m : mâchoires (pyramides). p : pétales.

l'ensemble forme ce qu'on a nommé l'endosquelette, ont fait, à maintes reprises, l'objet de descriptions, d'études et de recherches de la part de nombreux échinologistes. Ce furent d'abord les espèces vivantes qui fournirent le meilleur matériel d'étude, car il était souvent possible de procéder à une dissection sur les échantillons récoltés, quand ceux-ci étaient suffisamment nombreux. C'est ainsi que, de bonne heure, on connut chez les espèces du genre *Clypeaster* l'existence d'apophyses, de piliers et de cloisons reliant le côté ventral au côté dorsal du test. Ces colonnettes et ces lames apophysaires sont

situées principalement dans la région marginale du test et leur extension s'observe plutôt de la face plane vers la face convexe. Les paléontologistes, de leur côté, chaque fois que les spécimens, grâce à d'heureuses conditions de fossilisation, leur permettaient de connaître la structure interne de ces animaux, n'ont pas manqué de souligner l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir faire systématiquement une telle étude. Malheureusement, ils se sont heurtés bien souvent aux difficultés propres à la paléontologie. En effet, quand le test d'un Oursin

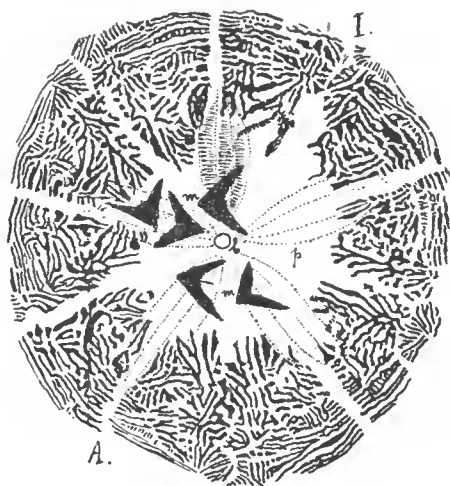


FIG. 2. — (D. 384). *Scutella leognanensis* Lambert. Burdigalien, Léognan (Gironde).  
Même légende que fig. 1.

fossile se trouve rempli d'une gangue gréseuse assez meuble, on peut espérer, en opérant prudemment, réussir à dégager les parties internes du test et par une coupe convenable découvrir toutes ces parties internes. On voit cependant que l'entreprise exige d'une part la possession de plusieurs échantillons identiques afin de pouvoir en sacrifier quelques-uns, d'autre part que les sédiments renfermant les fossiles étudiés présentent des conditions particulièrement favorables. toutes conditions qui ne seront pas souvent réunies. Lorsque la matière de remplissage adhère au test et est dure, certains auteurs ont pensé que l'on pourrait peut-être obtenir d'utiles renseignements en pratiquant des coupes, escomptant que la substance de remplissage se distinguerait suffisamment du calcaire de l'endosquelette. Je dois dire que j'avais moi-même fondé beaucoup d'espairs sur cette façon de procéder ; les résultats, de l'avis de tous sont décevants et la méthode présente toujours, du point de vue paléontologique, le grave inconvénient d'exiger le sacrifice de

l'échantillon, ce qui restreint énormément le champ de son application.

Pour toutes ces raisons aucun travail d'ensemble, ni systématique n'a été entrepris, et cependant beaucoup d'échinologistes sont d'avis que la connaissance du squelette interne présente certainement une très grande importance pour la classification.

C'est alors que plusieurs d'entre eux, à différentes époques depuis le début du siècle, pensèrent à appliquer à l'étude de ces Oursins une technique nouvelle, celle des rayons X.

A notre connaissance le premier en date de ces travaux est celui de R. N. WOLFENDEN (1897 — Radiography in marine Zoology.



FIG. 3. — (D. 375). *Scutella poulensis* L. Agassiz. Burdigalien. Même légende que fig. 1.  
t. d. : emplacement d'une portion du tube digestif. R : matière de remplissage.

The British Echinodermata. *Suppl. Archiv Roentgen Ray*). Cet article cité par KENLER contient six pages et quinze planches ; malheureusement il ne m'a pas été possible de le consulter.

Le second travail date de 1906. Il ne représente en quelque sorte qu'un essai, une tentative isolée, pourtant commentée d'une manière très élogieuse par J. LAMBERT, lorsqu'il fit paraître son étude sur les Echiuïdes de la molasse de Vence (*Ann. Soc. Lett. Sci. Arts Alpes-Marit.*, t. 20). De toute évidence, l'auteur de cet essai, Pierre Goby de Grasse, ainsi que LAMBERT ignoraient l'existence du travail cité plus haut. C'est dans l'étude de LAMBERT que parut la notice concernant la radiographie de *Clypeaster laganoides* L. Agassiz, exécutée par P. GOBY. Ce travail dut, à l'époque, avoir un certain retentissement, étant données l'autorité de LAMBERT et la diffusion de ses travaux. Nous n'en voulons pour preuve que le préambule d'une note de FOURTAU, publiée en 1913 (*Bull. Inst. égypt.*) et relative

à de nouveaux travaux sur l'examen radiographique de fossiles. FOURTAU, en rendant compte des premiers résultats obtenus, annonçait son intention de poursuivre avec le D<sup>r</sup> BAY, qui avait exécuté les radiographies, un examen plus systématique des fossiles qu'il avait l'occasion d'étudier. Pour des raisons diverses cependant il ne put entreprendre et mener à bien ces observations. Il faut arriver à 1922, lors de la publication des travaux de KOEHLER sur les Echinides du Musée indien à Calcutta, pour voir reprendre la question. Dans le tome II (Clypeastridés et Cassidulidés) il souligne l'intérêt majeur qu'il y aurait à connaître, non seulement l'endosquelette, mais aussi la disposition des organes internes, par exemple l'intestin et les gonâdes. C'est ainsi que dans plusieurs espèces, il observe et signale des particularités remarquables de la disposition

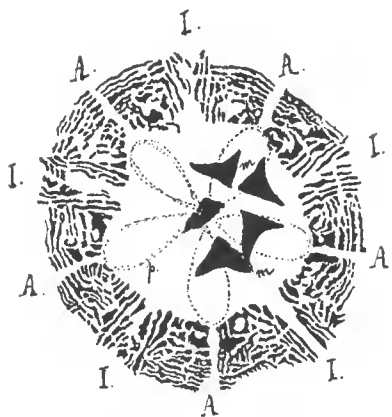


Fig. 4. — (D. 392). *Scutella striatula* de Serres. Burdigalien, environs de Bordeaux. Même légende que fig. 1.

des anses intestinales. KOEHLER montre les avantages précieux offerts par la méthode d'examen aux rayons X et publie plusieurs reproductions de radiographies obtenues par lui dans son étude des Clypeâstres de l'Océan Indien. Elles sont tout à fait réussies, mais il ne faut pas oublier, sans que cela diminue en rien leur valeur, ni le mérite du chercheur, que KOEHLER opérait sur des formes vivantes, matériel plus favorable que les fossiles, qu'il a pu contrôler les résultats par des dissections, comparaison d'ailleurs pleine d'enseignements puisqu'elle permet d'établir la fidélité des résultats obtenus par les rayons X et par conséquent la valeur de la méthode, dans un but général de recherche. Enfin, tout récemment le remarquable travail de MORTENSEN sur les Oursins, en cours de publication et dont le dernier fascicule paru en 1948 concerne

précisément les Clypéastroïdes<sup>1</sup>, fait état de ce moyen d'étude, dont MORTENSEN n'a pas manqué de faire usage. On trouvera dans l'atlas de ce travail deux planches de reproductions de radiographies concernant plusieurs espèces de *Chlypeaster* et *Scutella leognanensis* Lambert, dont nous parlerons plus loin. Plus récemment R. A. M. SCHMIDT (1948) donne, à l'occasion d'une étude générale de l'application des rayons X à la Paléontologie, quelques radiographies d'Echinides fossiles (*Periarchus lyelli pileus-sinensis* Rav.).

Nous avons pensé devant tous ces résultats qu'il y aurait un intérêt considérable à entreprendre une étude systématique de la structure interne des Oursins par leur examen aux rayons X. Nous voulons seulement aujourd'hui montrer les résultats possibles par



FIG. 5. — (D 377). *Scutella fajasi* DeFrance, var. *armoricana* Tournouër. Helvétien. Le Quiou près de Dinan (Côtes-du-Nord). Même légende que dans les figures précédentes.

l'application de cette méthode à quelques exemples choisis parmi le genre *Scutella*, qui, comme on le sait, est particulièrement riche en formations internes.

*Scutella bonali* Tournouër. Aquitainien d'Aubiac (Gironde). (Voir DE LORIOU, 1902). Le croquis relevé d'après la radiographie montre facilement le sillon ambulacraire et, se projetant sur ce sillon, l'ombre des pétales ; dans l'intervalle se trouve évidemment la zone interambulacraire. Au centre on voit l'orifice buccal et, se détachant nettement sur le fond, les taches noires de forme caractéristique qui représentent les pyramides de l'appareil masticateur ; leur sommet, je veux dire celui tourné vers le centre, paraît un peu mucroné par suite de la saillie qu'y produit l'extrémité de la dent tournée vers

1. Je remercie M. G. CHERBONNIER qui a bien voulu me prêter cet ouvrage.

l'ouverture buccale. On voit, par contre l'extension considérable que prend le système des piliers et des cloisons occupant toute la région marginale et gagnant vers la partie centrale. On remarquera que les organes internes doivent ainsi s'accommoder d'une place plus réduite et, en particulier, les anses intestinales décrire des courbes à petit rayon demeurant dans la région centrale. Sur la figure, en *c*, se trouve une cavité qui paraît située du côté apical et qui est masquée en partie par l'ombre d'apophyses dépendant de l'autre paroi. Ces cavités de position interradiale servaient certainement d'emplacements à des organes internes. Etant donné d'autre part la disposition curieuse signalée par KOEHLER (*loc. cit.*) selon laquelle se produit la rétroversion de l'intestin chez *Echinodiscus auritus* Leske (pl. XI, fig. 5-6 dans KOEHLER), disposition déjà



Fig. 6. — (D. 391). *Scutella producta* L. Agassiz. Helvétien, Touraine.  
Même légende que précédemment.

signalée par AGASSIZ (1841, pl. XIII, fig. 6) il est possible de découvrir une seule cavité semblable dans la radiographie de certaines espèces.

*Scutella leognanensis* Lambert. Burdigalien de Léognan (Gironde). (Voir la première figuration dans LAMBERT, 1903, *Rev. Paléozool.*, t. VII).

Le croquis tracé sur radiographie montre que celle-ci est des plus fines et prouve ce que l'on peut, par conséquent, attendre du procédé. Les sillons ambulacraires, les pétales, l'orifice du péristome, se détachent parfaitement. Les pyramides, déplacées par les phénomènes de fossilisation ou même tout simplement à la suite de la mort de l'animal, car on sait combien la lanterne est fragile chez ces types d'Oursins, n'ont pas leur place normale. La région centrale libre est très réduite et, comme dans l'espèce précédente

doivent s'y loger les organes internes, en particulier le tube digestif et les gonades. Le réseau calcaire interne situé à la périphérie du test, se montre extrêmement serré et d'une finesse remarquable. Il semble assez régulier et vers les bords du test paraît assez bien reproduire les contours des plaques polygonales de ce test. Les travées calcaires, qui se prolongent vers le centre deviennent plus épaisses et s'orientent dans un sens radial ; elles laissent entre elles des lacunes plus larges, qui sont en continuité avec la région centrale. Dans les espaces interambulacraires, les épaissements des piliers, les cloisons et les lacunes qui se trouvent entre ces productions, affectent plutôt une orientation radiale. Dans les zones ambulacraires, au contraire, les cloisons et les lacunes sont, comme à la périphérie, parallèles au bord du test, une lacune radiale correspondant au sillon ambulacraire, semblant desservir toutes les autres lacunes qui lui sont perpendiculaires. A nouveau, on fera chez cette espèce la curieuse observation déjà signalée plus haut, à propos d'*Echinodiscus auritus* Leske. On peut voir dans l'interradius 2, une lacune radiale très large prenant figure d'une expansion de la région centrale ; on peut légitimement supposer que le coude formé par la première anse intestinale avec l'anse récurrente était logé dans cet espace, suivant une disposition analogue à celle que présente *Echinodiscus auritus* Leske.

*Scutella paulensis* L. Agassiz. Burdigalien. (Voir la figuration dans LAMBERT, *Echinides néogènes du Bassin du Rhône*, pl. IV, fig. 10, 12).

Les productions calcaires sont toujours très étendues, cependant, proportionnellement à la taille de l'Oursin, l'espace central semble un peu plus grand que chez les espèces précédentes. L'épaississement des piliers, les cloisons et les lacunes montrent la même orientation et une grande similitude dans le détail ; cela démontre que le mode de complication de l'endosquelette chez les Scutelles est un caractère essentiellement générique où les différences spécifiques n'apparaissent guère. Sur ce troisième exemplaire, on peut constater encore une fois, dans l'interradius 2, la lacune où pénétrerait l'intestin pour y former son anse récurrente. Les organes de la lanterne se distinguent mal, car l'espace central est rempli d'une matière probablement granuleuse, qui rend les observations un peu confuses et qui n'a pas été reproduite sur le croquis.

*Scutella striatula* de Serres. Burdigalien, faluns des environs de Bordeaux. (Voir la figuration dans COTTREAU, *Echinides néogènes du bassin méditerranéen*, p. 68, fig. 15).

On se rend compte facilement que les mêmes observations, tant sur les cloisons que sur la région centrale, qui apparaît bien, avec les pyramides et l'ombre des pétales, peuvent être répétées sur cette espèce. Une fois encore nous remarquons la poche située dans l'interradius 2. Dans les autres interradius une lacune moins large que

cette poche, mais beaucoup plus large que les autres, prolonge la région centrale et doit correspondre à l'emplacement des organes génitaux. Dans l'interradius 5 la lacune correspond à la branche terminale de l'intestin se dirigeant vers l'anus.

*Scutella faujasi* DeFrance var. *armoricana* Tournouër. Helvétien, Le Quiou près de Dinan (Côtes du Nord).

Les observations déjà faites sur les cloisons et lacunes sont confirmées et la région centrale, toujours réduite, semble ici se prolonger dans les zones ambulacraires sous l'ombre des pétales. Une matière de remplissage gêne les observations dans la partie centrale, où l'on distingue assez difficilement les pièces de la lanterne. En outre, on ne peut faire sur cet exemplaire l'observation de la poche de l'interradius 2. D'autre part les lacunes de la région marginale semblent beaucoup plus étroites et plus serrées. Enfin on a l'impression que toutes les parties dures du test sont constituées d'une substance plus compacte, qui s'est laissée traverser plus difficilement par les rayons X. Visiblement le test a subi ici une forte recristallisation.

*Scutella producta* L. Agassiz. Helvétien de Touraine. (Voir la figuration dans L. AGASSIZ, *Monographie des Scutelles*, 1844, pl. XVII, fig. 6, 10).

On peut apprécier quelle extension prennent les cloisons, piliers et lacunes, qui réduisent considérablement la cavité centrale et possèdent par ailleurs les mêmes particularités que dans les spécimens précédents. On distingue nettement les pyramides et le trajet que devait avoir l'intestin. La poche de l'interradius 2 s'observe nettement, il semble que l'on puisse attribuer véritablement un caractère générique à la constance de cette observation. Néanmoins, nous nous proposons de vérifier le fait chez d'autres espèces de Scutelles.

*Conclusions* : Ce nouvel essai d'application des rayons X à l'étude des Oursins fossiles, semble d'abord établir d'une manière définitive quel moyen puissant de recherches constitue l'emploi des rayons pour le paléontologiste aussi bien que pour le zoologiste. On peut dire que pour tout naturaliste en général il se révèle indispensable pour connaître les structures internes, dans leur position même sans avoir à détruire les plus précieux échantillons, sans altérer ces structures par des préparations ou dissections parfois difficiles ou aléatoires. D'autre part, pour ce qui est des Scutellidés et des Clypeastroïdes, en général, nous allons pouvoir compléter nos connaissances, non seulement sur la structure même de ces Oursins, mais découvrir des relations ou des affinités ignorées entre certaines espèces, même entre certains genres et certaines familles. Le fait signalé chez la plupart des exemplaires de la disposition du canal alimentaire montre que les rayons X nous auront permis de révéler des particularités de l'organisme vivant, résultat dont je n'ai pas besoin de souligner la



haute valeur et la grande portée scientifique. Nul doute qu'une application systématique ne puisse nous enrichir de faits nouveaux encore plus importants.

*Laboratoire de Paléontologie du Muséum.*

#### BIBLIOGRAPHIE

- CHECCHIA-EISPOLI. 1925. Illustrazione dei Clipeastri miocenici d. Calabria. *Mem. Cart. geol. Ital.*, t. 9, n° 3, p. 1-75.
- FOURTAU (R.) et Dr G. BAÿ. 1913. La radiographie et ses applications à la Paléontologie. *Bull. Inst. égypt.* (5), t. 7, n° 2, p. 97-102, 3 pl.
- KOEHLER. Echinoderma of the Indian Museum. Part. IX. Calcutta, 1922, p. 122-131, 1 pl.
- LAMBERT (J.). 1906. Etude sur les Echinides de la molasse de Vence. *Ann. Soc. Lett. Sci. Arts Alpes-marit.*, t. 20, p. 57-61, p. 64, pl. X, fig. 1.
- MORTENSEN. A Monograph of the Echinoidea, IV-2 Copenhagen, 1948.
- WOLFENDEN (R. N.). 1897. Radiography in Marine zoology. The British Echinodermata. Suppl. Archiv. Roentgen Ray, 6 p., 15 pl.